

カイゴロモ（アオサ藻綱，シオグサ科）の生態および形態

松山和世，有賀祐勝，田中次郎

東京水産大学藻類学研究室 108-8477 東京都港区港南 4-5-7

Ecological and Morphological Studies of *Cladophora conchopheria* Sakai (Ulvophyceae, Cladophoraceae)

Kazuyo MATSUYAMA, Yusho ARUGA and Jiro TANAKA

Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku,
Tokyo 108-8477, JAPAN

(Received on September 1, 1998)

Cladophora conchopheria is a filamentous green alga epizoid on shells of *Lunella coronata coreensis* grown in the intertidal zone. The habitat and seasonal distribution of *C. conchopheria* were investigated in southern coast of the Boso Peninsula. As the result of ecological survey using the transect method, this species was found on all living shells and partly on dead shells of *L. coronata coreensis*. Morphological observation showed that the shell epidermis of the host was perforated by rhizoids of the alga and, therefore, *C. conchopheria* should be regarded as an endo-epizoid species. Adult thalli with erect filaments about 1 mm high were abundantly observed throughout the year, and mature reproductive cells formed at the apical part were also found in all seasons of the year. In the present study, it was newly confirmed that *C. conchopheria* was distributed on the coasts of Okinawa Island and Yamaguchi Prefecture.

Key words: *Cladophora conchopheria*, *Lunella coronata coreensis*, shell-boring algae

カイゴロモ *Cladophora conchopheria* は Sakai (1964) により記載され、潮間帯に生育する巻貝スガイ *Lunella coronata coreensis* の殻に着生することが知られている。現在国内では海産シオグサ属藻類は 23 種が知られているが (吉田 1998)，いずれも体長は数 cm – 数十 cm である。カイゴロモは体長およそ 1 mm と最も小形の種である。これまでに本種は太平洋沿岸中部と日本海，九州西岸の一部及び韓国の一部の沿岸に分布することが報告されている (Sakai 1964, Kang 1966, 千原・吉崎 1970, Yoo and Lee 1979, 1980, 千原 1983)。王・阪井 (1986) は室内培養により本種の生活環を完結させ，同形世代交代型であ

ることを報告しているが，天然における季節的消長や成熟時期などについては明らかにされていない。また基質選択性の有無，基質への付着形態に関する研究はない。そこでこれらを明らかにするため，南房総沿岸において調査を行い，特に着生基質であるスガイ及び着生藻体の周年観察を行った。また本種の分布域を詳しく知るため，千葉県その他，従来報告のある地域を含め静岡県，愛知県，山口県の 2 地域，長崎県，高知県，熊本県及び沖縄県で採集されたスガイで本種の着生の有無を調べたので併せて報告する。カイゴロモの季節的消長と基質への付着形態については松山・有賀 (1993) が予報として報告した。

材料および方法

カイゴロモの潮間帯における垂直分布を調べるため、東京湾に面する千葉県館山市坂田の東京水産大学坂田実験実習場前の磯で 1991 年 11 月 21 – 23 日に湾奥部から湾口部に向けて 3 本の測線を設置し (Fig. 1, T1 – T3), 測線に沿って 25 cm × 25 cm の方形枠を置き, 方形枠内で確認された生物を含む基質すべてについて本種の着生の有無を調べた。

また, 同所において 1991 年 11 月 1 – 30 日までの 1 ケ月間, 3 測線及びその付近の潮間帯で動物 62 種, 海藻 46 種, 岩盤 30 片, 転石 30 個を採集し, それらの表面を実体顕微鏡で

観察し着生基質の選択性の有無を調べた。さらにカイゴロモの季節による垂直分布の変化を知るため, 同 3 測線において, 1991 年 11 月, 1992 年 2 月, 5 月及び 8 月の大潮の日の干潮時にカイゴロモが着生するスガイの生息範囲を調べた。

カイゴロモの基質への付着形態の観察は 10 % HCl で脱灰したスガイの殻の断片及び凍結マイクロームで切片にした断面を生物顕微鏡で観察した。

カイゴロモの季節的消長の調査のため, 1991 年 11 月 – 1992 年 10 月の間に坂田及び太平洋に面する千葉県安房郡天津小湊町の千葉大学小湊実験場 (現小湊海洋生態研究センター) 前 (Fig. 1) の潮間帯において新月の大潮毎にスガイ 3 個体を採集し, 藻体の観察を行った。

カイゴロモの 1 ケ月間における成熟の周期を調べるため, 1991 年 11 月 12 日 – 12 月 11 日と 1992 年 8 月 20 日 – 9 月 19 日の間, 坂田において毎日スガイ 3 個体を採集し, その場で 10 % フォルマリン海水で固定し, 実験室へ持ち帰りカミソリで藻体を切り離し生物顕微鏡で観察した。

本種の日本での分布域の調査のため, 千葉県及び他の地域で採集されたスガイで本種の着生の有無を実体顕微鏡及び生物顕微鏡を用いて調べた。以下に北から順に採集地と採集日及び採集個体数を列挙する。千葉県館山市坂田, 1991 年 11 月 1 – 30 日, 生殻 100 個体, 死殻 20 個体; 静岡県下田市鍋田湾, 1997 年 7 月 14 日, 生殻 10 個体; 愛知県佐久島, 1995 年 4 月 19 日, 生殻 50 個体; 山口県徳山市四朗谷, 1992 年 5 月 3 日, 生殻 12 個体; 山口県油谷町伊上, 1997 年 6 月 17 日, 生殻 3 個体; 長崎県対馬美津島町島嶋, 1996 年 10 月 12 日, 生殻 30 個体; 熊本県天草曲崎, 1996 年 10 月 21 日, 生殻 10 個体; 高知県土佐市宇佐町浦ノ内湾, 1996 年 10 月 15 日, 生殻 20 個体; 沖縄県名護市羽地, 1996 年 2 月 2 日, 生殻 3 個体。

結 果

坂田において設置した測線 T1–T3 はそれぞれ水平距離が 7.2 m, 14.2 m, 10.6 m, 潮位は 1 ~ 148 cm, - 20 ~ 56 cm, - 3 ~ 122 cm

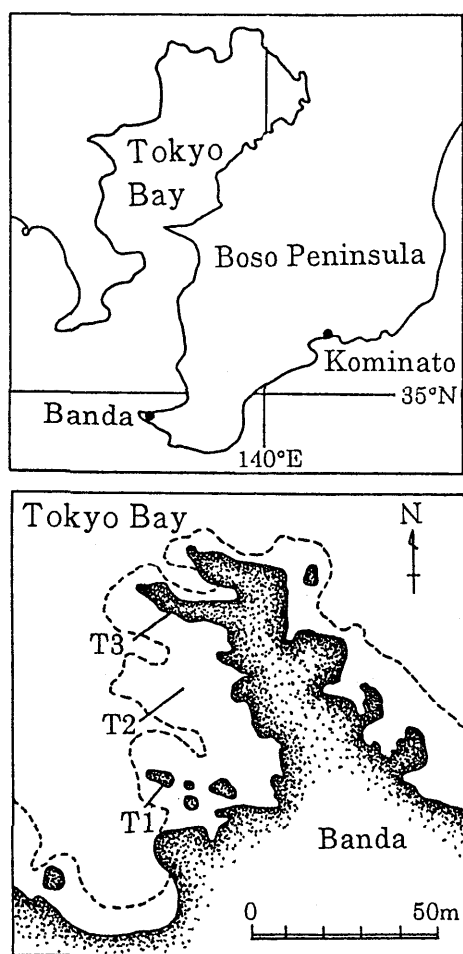


Fig. 1. Maps showing two study sites and three transects (T1–T3) on the Banda coast. —, High tide line; ---, Low tide line.

の範囲で大潮最低低潮線 (−17 cm) から平均高潮線 (141 cm) が含まれる (海上保安庁の布良の潮位表を基に算出)。T2 は特になだらかな斜面であった。確認された動物と藻類は湾口部へ向けて種類が多くなり、それぞれ T1 で 19 種と 17 種, T2 で 30 種と 23 種, T3 で 34 種と 24 種であった。スガイの垂直分布は T1 では 37–123 cm, T2 では 16–38 cm, T3 では 51–53 cm の方形枠の範囲にあり、湾口部へ向けて狭くなった (Fig. 2)。3 測線上の方形枠内では藻類はイソハンモン *Ralfsia verrucosa* Areschoug とピリヒバ *Corallina pilulifera* Postels & Ruprecht が多く出現し、さらに T2 では無節石灰藻 *Melobesioideae* の 1 種が、T2 と T3 ではヒジキ *Hizikia fusiformis* Okamura とアオアオサ *Ulva pertusa* Kjellman が多く見られた。シオグサ属藻類は本種の他に T3 でタマリシオグサ *C. rudolphiana* Kützinger が見られた。スガイを含む巻貝は T1 で 6 種, T2 で 8 種, T3 で 9 種が確認され、ヤドカリは T1 で 1 種, T2 と T3 でそれぞれ 2 種が確認された。以上の測線上の生物で本種の着生が確認されたのは生きたスガイの殻上だけであった。さらに測線付近の潮間帯に生息する動物 62 種と藻類 46 種及び岩盤 30 片と転石 30 個を観察したところ、測線における結果と同様に生きたスガイの殻全てに本種の着生が見られた他、ヤドカリの宿貝にされたスガイの殻にも本種の着生が認められ、イソヨコバサミ *Clibanarius virescens* Krass では 10 個中 3 個に、ホンヤドカリ *Pagurus geminus* McLaughlin では 10 個中 8 個に本種の着生が見られた (Figs. 3A, B)。また生きたスガイ

の殻でも個体によって本種の着生密度が異なるものもあった (Figs. 3C, D)。生きたスガイの殻と死んだスガイの殻に着生したカイゴロモを同一条件で 6 ケ月間室内培養したが、どちらの基質からも藻体の脱落は認められなかった。年 4 回行われたスガイの垂直分布域の調査では分布域の季節による大きな変化は認められなかった (Fig. 2)。

本種のスガイの殻上での付着の形態は仮根が殻皮層 (Fig. 3F, a) を突き抜けて内層部である殻質層 (Fig. 3F, b) に達していた。仮根が突き抜けた部分は殻皮層に孔が開いているのが見られた。また断面の観察からもカイゴロモの仮根が殻皮層に穿孔しているのが確認された (Figs. 3H–J)。

1 年間毎月の観察の結果、坂田と小湊の潮間帯で採集したスガイには外側に突き出ている直立糸の長さがおよそ 1 mm の成体が周年多数着生していた (Figs. 3E, F)。形成されてから間もないと考えられるスガイの殻の外唇縁付近には藻体の着生は見られず (Fig. 3G, a)、やや内唇寄りに高さ数 μm の幼体が見られる殻もあった (Fig. 3G, b)。成熟した遊走細胞嚢や放出孔を 1 つ持つ空の細胞も年間を通して常に観察された (Fig. 4)。坂田において 1991 年 11 月及び 1992 年 8 月のおよそ 1 ケ月間毎日採集した材料では成熟細胞を持つ藻体が常に認められ、潮汐に同調した成熟時期の周期性は認められなかった。

千葉県、他、静岡県、愛知県、山口県、長崎県、熊本県、沖縄県で採集されたスガイでは全ての殻上に本種の着生が観察された。しかし高知県土佐市浦ノ内湾で採集されたスガ

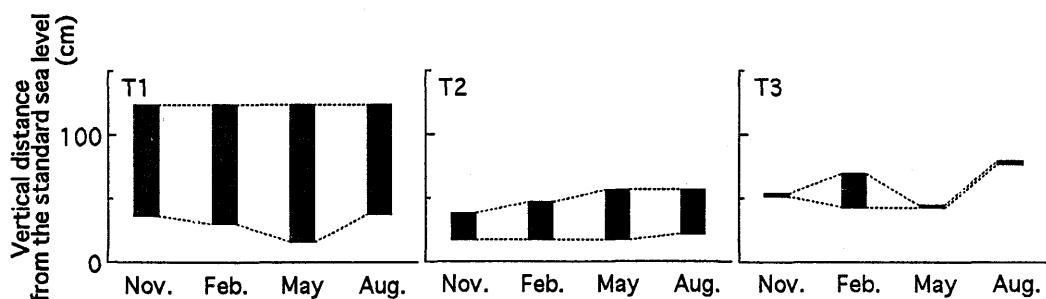


Fig. 2. Seasonal changes in vertical distributions of *Lunella coronata coreensis* along the three transects on the Banda coast during the period from Nov. 1991 to Aug. 1992.

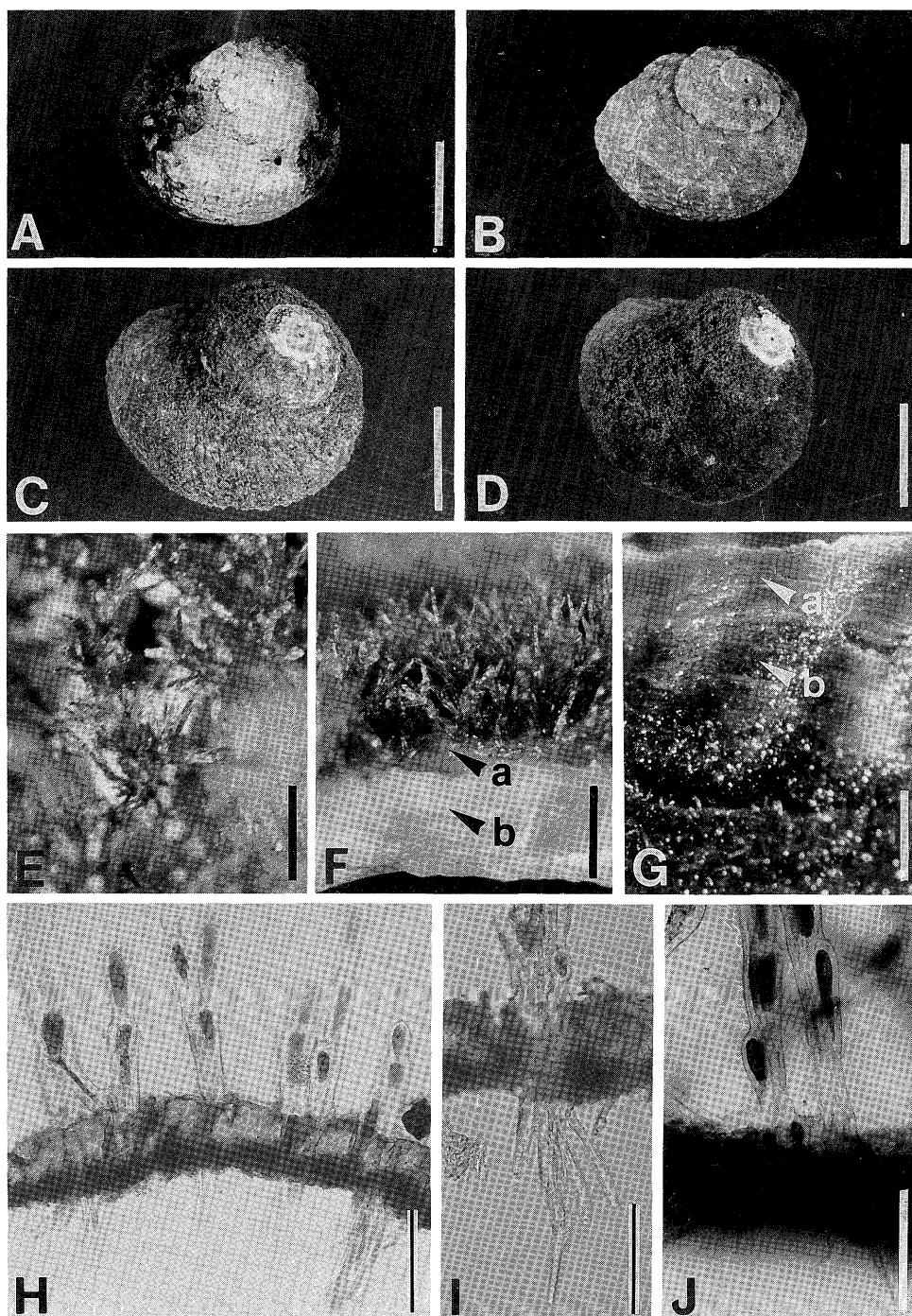


Fig. 3. A–D. Shells of *Lunella coronata coreensis*. A, B, Host shells of hermit crab. A, Covered with a few algal filaments of *Cladophora conchopheria*. B, Covered with no algal filament. C, D, Living shells. C, Covered with a few algal filaments. D, Covered with many algal filaments. E–G. *C. conchopheria* on the host shells. E, Surface of a shell, F, Cross section of a shell. a, shell epidermis; b, ostracum. G, Outer lip and its environs. a, no filament; b, young filaments. H–J. The perforation by rhizoids of *C. conchopheria*. Scale bars A–D = 1 cm; E = 500 μ m; F, G = 1 mm; H–J = 50 μ m.

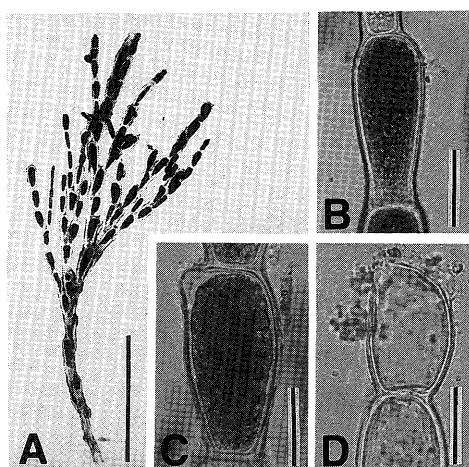


Fig. 4. *Cladophora conchopheria*. A, Adult filament. B, Vegetative cell. C, Mature cell. D, Empty cell. Scale bars A = 500 μ m; B-D = 30 μ m.

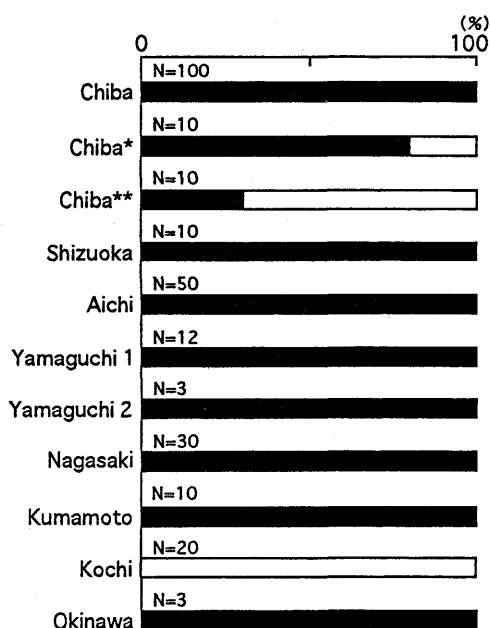


Fig. 5. Occurrence of *Cladophora conchopheria* on *Lunella coronata coreensis*. ■, Present; □, Absent; N, Number of the host shells; *, The host shells dwelt by *Pagurus geminus*; **, The host shells dwelt by *Clibanarius bimaculatus*; Yamaguchi 1 = Shiroudani; Yamaguchi 2 = Yuyacho.

イ20個体には、いずれの大きさのスガイにも本種の着生は見られなかった (Fig. 5).

考 察

坂田の潮間帯に設置した測線 T1 - T3 における動物、藻類、岩盤、転石などの付着藻の観察の結果、カイゴロモの着生基質はスガイの殻に限定されており、生きているスガイの殻全てに本種が着生していた。ヤドカリの宿貝となっていたスガイの殻では本種が着生していないものも観察されたことから、スガイが死ぬと本種は殻から脱落することが考えられる。これは基質が死殻となり殻皮層が剥離しやすくなったことが原因であると思われる。また本研究で確認されたヤドカリ2種とスガイの垂直分布域はわずかに異なっていたことから生育環境の違いが本種の生育の有無に影響したのかも知れない。培養実験では本種は死殻と生殻上双方で生育でき、さらに殻が存在しなくても生育できることは既に確認されている (王・阪井 1986)。しかし少なくとも天然においては、カイゴロモの生育はスガイの殻上に限られていると推察される。

カイゴロモの付着形態を観察した結果、その仮根はスガイの殻に穿孔しており、単に付着するだけでなく一部が動物内生であることが明らかになった。天然において巻貝や二枚貝の殻に藻体全体を穿孔させて生育する穿孔藻があるが、これらが基質とするのは巻貝には限られず同所に生育する巻貝や二枚貝で数種に及ぶ (Wilkinson and Burrows 1972, Akpan and Farrow 1984, Raghukumar et al. 1991)。本種の生育範囲には多くの貝類が生息し、巻貝は9種が生息していた。カイゴロモのように1種の巻貝のみに着生する例は他のシオグサ属藻類では見られず、その他の藻類でも知られていない。本種のように動物着生が基質特異性を持つ藻類は極めて稀である。

本種では季節に関係なく常に成熟細胞を持つ藻体が観察され、周年生殖を行うと推察される。これまで報告のあったシオグサ属10種では生殖期は限られており (千原 1960, 越坂 1978, 新山 1986)、カイゴロモのように周年生殖を行う種の報告はない。Sakai (1964) は本種が藻体の中位の細胞から求頂的に成熟す

ることを記載しているが、本研究では成熟は藻体の先端細胞で多く見られ、先端細胞から成熟するものと推察される。殻の比較的新しい部分に本種の幼体が見られたことから、スガイの殻が成長するにつれて本種も遊走細胞によって生育場所を広げているものと考えられる。

本種は太平洋沿岸中部と日本海、九州西岸の一部及び韓国の一部の沿岸に分布することが既に報告されており、今回新たに沖縄島と瀬戸内海（山口県）に生育を確認することができた。このことから本種は日本沿岸に広く分布するものと考えられる。スガイの殻にカイゴロモが確認できなかった高知県周辺については分布に関するより詳細な調査が望まれる。

採集したスガイの胃の内容物を検鏡したところ、わずかに *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Navicula* などのケイ藻の殻が認められ、カイゴロモと思われる藻体の一部も確認された。しかしこれらは少量であり、スガイがカイゴロモを主要な餌としているとは考えにくく、なぜカイゴロモがスガイのみを選択的に宿主とするかについては未だ不明である。

本研究を行うにあたりケイ藻の同定をして頂き、また有益なご助言を賜った庵谷 晃博士、スガイを提供して頂いた大葉英雄博士、菊地則雄氏、柳 研介氏、動物の同定に関してご助言を賜った佐々木猛智博士、土田真二博士に深謝する。また採集に便宜を計って頂いた千葉大学小湊海洋生態研究センター、高知大学海洋生物教育研究センター、東京水産大学坂田実験実習場のスタッフの方々に謝意を表する。

引用文献

- Apkan E. B. and Farrow G. E 1984. Shell-boring algae on the Scottish continental shelf: identification, distribution, bathymetric zonation. *Trans. Royal Soc. Earth Sci.* **75**: 1-12.
- 千原光雄 1960. 本邦暖海産緑藻の生活史に関する研究 (10) チャシオグサの生活史について. *植物研究雑誌* **35**: 1-11.
- 1983. 学研中高生図鑑 海藻. 289 pp. 学習研究社, 東京.
- , 吉崎 誠 1970. 対馬沿岸の海藻相と海藻群落. *国立科博専報* **3**: 143-158.
- Kang J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.* **7**: 1-125.
- 越坂雅樹 1978. 緑藻シオグサ属8種の生活史について. *北大水産彙報* **29**: 325-337.
- 松山和世, 有賀祐勝 1993. 南房総沿岸におけるカイゴロモ (緑藻, シオグサ科) の生態 (予報). *千葉大海洋センター年報* **13**: 21-23.
- 新山優子 1986. 北海道産カモジシオグサ *Cladophora glomerata* (L.) Kützinger の形態と季節的变化. *藻類* **34**: 216-224.
- Raghukumar C., Sharma S. and Lande V. 1991. Distribution and biomass estimation of shell-boring algae in the intertidal at Goa, India. *Phycologia* **30**: 303-309.
- Sakai Y. 1964. The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. *Sci. Pap. Inst. Algal. Res. Fac. Sci., Hokkaido Univ.* **5**: 1-104.
- 王 暁陽, 坂井興志雄 1986. ツヤナシシオグサとカイゴロモの生活史について. *藻類* **34**: 209-215.
- Wilkinson M. and Burrows E. M. 1972. The distribution of marine shell-boring green algae. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **52**: 59-65.
- Yoo S. A. and Lee I. K. 1979. Summer algal flora of Gojeongri, western coast of Korea. *Korean J. Bot.* **22**: 135-140.
- and —— 1980. A study on the algal communities in the south coast of Korea. *Proc Nature Sci. SNU* **5**: 109-138.
- 吉田忠生 1998. 新日本海藻誌. 1222 pp. 内田老鶴圃, 東京.